

Всероссийский конкурс  
юных исследователей окружающей среды  
им. Б.В. Всесвятского (с международным участием)

## **Причины сезонного изменения окраски поверхности и дна озера Солёное (г. Омск)**

**Автор:** Сальников Дмитрий Витальевич,  
исследовательская лаборатория  
«Микрокосмос», БОУ ДО г. Омска «Детский  
ЭкоЦентр», 10 класс

**Научный руководитель:**

Михальцов Анатолий Иванович, педагог  
дополнительного образования  
БОУ ДО г. Омска «Детский ЭкоЦентр»

## Содержание

Введение.....	3
Материалы и методы.....	3
Результаты и их обсуждение.....	4
Выводы.....	9
Библиографический список.....	10
Приложение.....	13

## Введение

В Ленинском административном округе на юго-восточной окраине города Омска расположено озеро Солёное. В начале XX века здесь находился лечебный курорт, в настоящее время вблизи озера находятся дачные участки. Исследования фитопланктона озера Солёного и оценка его экологического состояния неоднократно проводились сотрудниками ОмГАУ, начиная с 2007 года [Баженова и др., 2023]. В Городской станции юннатов г. Омска (ныне – Детский Эколого-биологический Центр) с 1995 года известно, что в озере Солёное в летне-осенний период активно развиваются сине-зелёные водоросли (ныне – цианопрокариоты) *Spirulina fusiformis* Woronich. В настоящее время их относят к другому роду – *Limnospira fusiformis* (Woronich.) Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová et Hauer (синонимы – *Spirulina fusiformis* Woronich., *Arthrospira fusiformis* (Woronich.) Komárek et Lund). Эти цианопрокариоты являются ценным биоресурсом [Баженова, 2012].

В последние годы озеро обмелело, ухудшилось его экологическое состояние. Летом 2021 г. фитопланктон характеризовался исключительно бедным видовым составом (5 видов). Качество воды соответствовало классу «загрязнённые воды» [Баженова, 2022].

В осенний период 2022 года во время сбора цианопрокариот *Limnospira fusiformis* для лабораторных работ, на некоторых участках водной поверхности и дна озера Солёное, кроме зелёного оттенка воды, мы заметили большие оранжевые, желтоватые, розовые, белые пятна (Приложение). Изучив научные статьи об озере Солёное, мы не нашли, какие причины или объекты могли бы изменить окраску поверхности и дна озера. Поэтому наша исследовательская работа является актуальной и имеет научный интерес.

*Цель работы:* изучение причин сезонного изменения окраски поверхности и дна озера Солёное.

*Задачи работы:*

1. Провести отбор проб планктона, бентоса.
2. Взять пробы воды на химический анализ.
3. Провести микроскопический анализ проб и выявить причины сезонного изменения окраски поверхности и дна озера Солёное.
4. Снять серию микрофотографий о микроорганизмах озера Солёное.
5. Снять серию видеofilьмов об отдельных видах микроорганизмов озера Солёное.

## Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы планктона, бентоса, собранные в осенний период 2022-2025 гг. Отбор проб проводили на трёх станциях, равномерно расположенных по акватории озера. Одновременно с отбором проб, в 2024-2025 гг. проводили экспресс-анализ (температура воды, рН, общая минерализация, электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал) согласно руководству к эксплуатации

портативного прибора. Отбор и обработку проб фитопланктона проводили общепринятыми в гидробиологии методами [Федоров, 1979]. Отбор проб планктона проводили с помощью планктонной сети Апштейна (Приложение, рис.1С), а также зачерпыванием верхнего слоя воды озера объёмом 1-1,5 литра. Отбор проб с оранжевых участков (Приложение, рис.3А и В) поверхности воды проводили зачерпыванием верхнего слоя воды объёмом 1 л. Отбор окрашенного бентоса (Приложение, рис.1В) производили с помощью скребка и пипеток. Часть собранного материала сразу фиксировали раствором формальдегида (до концентрации в пробе 10%), другую часть материала просматривали с помощью световых микроскопов по прибытию в лабораторию «Микрокосмос» (Приложение, рис.1Е). Идентификацию микроорганизмов проводили с помощью микроскопов проходящего света Jenamed 2, Motic B3-223PL. Используются следующие методы исследования и контрастирования: светлое поле, переменный фазовый контраст Carl Zeiss Jena, дифференциально-интерференционный контраст по Номарскому. Всего было изготовлено и просмотрено более 300 временных препаратов. Изготовлены постоянные препараты с бактериями, окраска по Граму (Приложение, рис.1F). Для идентификации таксонов использовали отечественные и зарубежные определители с использованием систематических сводок, монографий, отечественных и зарубежных определителей: Cyanoprokaryota [Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Komárek, 2013]; Cryptophyta [Матвієнко, Литвиненко, 1977; Starmach, 1974]; Euglenophyta [Сафонова, 1987; Starmach, 1983; Wołowski, Hindák, 2005], с учётом номенклатурных изменений информационного ресурса «AlgaeBase» [Guiry, Guiry, 2022]. Видовую принадлежность бактерий определяли по морфологическим признакам [Imhoff, 2014]. Гидрохимический анализ показателей воды проводили на базе аккредитованной лаборатории ЗАО «ПИРС».

Все выявленные микроорганизмы фотографировали или снимали на видео (Приложение). Морфометрию клеток проводили с помощью программы Motic Images Plus 2.0. Подсчёт числа клеток микроорганизмов и трихом цианопрокариот проводили на микроскопе Motic B3-223PL в трёх повторностях в камере Горяева. Для фото и видеосъёмки использованы фотокамеры Canon 650D, Canon 6D Mark II, Moticam 3. Кадрирование и условные обозначения на фотографиях выполнены с помощью программ Adobe Photoshop CS6. Монтаж видеороликов выполнен с помощью программы Movavi Video Editor 12.

## **Результаты и их обсуждение**

Озеро Солёное находится в Ленинском административном округе города Омска. Длина озера с севера на юг составляет 160 м, с востока на запад – 220 м, площадь – около 0,03 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина – 2 м [Стецев, 1999б]. Озеро расположено в небольшой котловине, имеет округлую форму. Вода всегда имеет зеленовато-жёлтый оттенок, мутная, имеет запах сероводорода.

Результаты гидрохимического анализа воды озера Солёное за 2024 год сведены в таблицу 1. Отражены нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [8]. Так как озеро Солёное используется в рекреационных целях, то для сравнения, в таблицу 1 включены ПДК водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования [5,6,9]. Данные экспресс-анализа воды озера Солёное сведены в таблицу 2. Как видно из таблиц 1, 2 активная реакция воды является сильнощелочной. По степени общей минерализации воды озеро относится к солонатовым водоёмам. Весной общая минерализация ниже, чем в осенний период. По классификации О.А. Алекина [1970 г.], вода озера относится к хлоридному классу группе натрия.

В весенний период 2024 г. ПДК (для водных объектов рыбохозяйственного значения) были превышены по следующим показателям: сульфаты в 6,1, хлориды в 8,5, магний в 1,8, аммонийный азот в 2,8, нитрит-анион в 2,3, фосфаты в 15,4, рН в 1,2 (табл.1). Осенью 2024 г. ПДК были превышены по некоторым показателям: сульфаты в 11,8, гидрокарбонаты в 1,9, хлориды в 2642 раза, магний в 4,5, аммонийный азот в 4,7, нитрит-анионы в 3,3, фосфаты в 4,4. Общая жесткость воды превышает в 2,2 раза, рН в 1,1. Содержание растворенного кислорода не должно опускаться ниже 6,0 мг/дм<sup>3</sup> под влиянием хозяйственной деятельности [8]. Как видно из данных химического анализа воды озера Солёное, в мае и в сентябре содержание растворённого кислорода ниже 6,0 мг/дм<sup>3</sup>, а осенью 2024 г. содержание растворённого кислорода критическое - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2024 г. в озере Солёное вода 5-6 класса, состояние водоёма – очень грязное, степень сапробности – полисапробная зона. Озеро Солёное – эвтрофный водоём.

Таблица 1

**Химический состав воды озера Солёное в весенний и осенний период 2024**

Показатель	Май 2024 г.	Сентябрь 2024 г.	ПДК
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	614±92	1177	100* 500**
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	714,6	1904	1000**
Сухой остаток	6210	более 5000 (15170)	не установлен
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	2549,9	более 1000 (792600)	300* 350**
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	19,0±1,9	20,3 ± 2,0	180* 180**
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	71,4±5,0	178 ± 12	40* 50**
Общая жёсткость, мг·эquiv./дм <sup>3</sup>	6,82±0,42	15,69 ± 0,99	7**

Аммонийный азот, мг/дм <sup>3</sup>	1,39±0,29	2,35 ± 0,49	0,5* 1,5**
Нитрат-анион, мг/дм <sup>3</sup>	0,70±0,13	1,27 ± 0,23	40* 45**
Нитрит-анион, мг/дм <sup>3</sup>	0,181±0,025	0,266 ± 0,037	0,08* 3,3**
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0,77±0,11	0,222 ± 0,036	0,05** – олиготрофный, 0,15** – мезотрофный, 0,2** - эвтрофный
pH, ед	9,82	9,31	6,5–8,5**
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	4,34	0,05	не ниже 6,0*

Примечание: \*Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 (ред. от 13.06.2024) "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203). \*\*ПДК водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (ГН 2.1.5.1315-03 с изменениями; ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.5.980-00).

Таблица 2

### Данные экспресс-анализа воды озера Солёное

Показатель	06.10.23 г.	10.10.23 г.	18.10.23 г.	13.11.23 г.	08.05.24 г.	13.09.24 г.	20.09.25 г.
Температура воды, t°С	14,8	14,8	12,2	3,0	17,7	21,6	19,8
pH	9,4	9,6	9,3	9,4	9,5	7,4	9,5
Общая минерализация, г/л	26,6	26,1	25,5	23,3	4,9	15,5	17,6
Электропроводность, µs/cm	44,4	42,7	41,1	44,1	9,3	30,8	29,9
ОВП, mV	170	144	206	101	166	110	163

Зелёный цвет воды озера Солёное обусловлен наличием цианопрокариот *Limnospira fusiformis* (Приложение, рис.2). В осенний период мы наблюдали массовое развитие этих цианопрокариот, вплоть до сильного «цветения» воды (Приложение, рис.1А и В). Интенсивность окраски воды различается на

станциях, видимо, из-за действия ветра, который с помощью волн концентрирует количество трихом *L. fusiformis* вблизи определённого берега. Так 22.09.2022 года наибольшее количество трихом обнаружено на станции 3 - 14444 тр/мл. (рис. 1). При этом 22.09.2022 года среднее количество трихом в озере – 8147 тр/мл. Осенью 2024 года из-за обильных летних осадков вода в озере Солёное стала слабо щелочной. Как показывают наши исследования, с 2022 по 2025 гг. численность трихом ежегодно возрастает (рис. 2). Так по сравнению с 2022 г. осенью 2025 года количество трихом *L. fusiformis* увеличилось в 26,9 раз.

Численность трихом *Limnospira fusiformis* по станциям

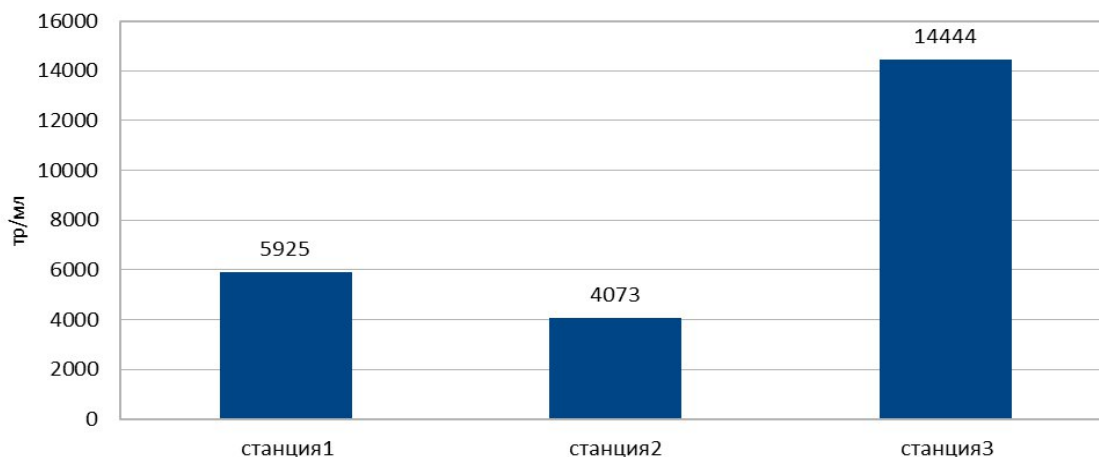


Рис.1. Численность трихом *Limnospira fusiformis* оз. Солёного на станциях (22.09.2022 г.).



Рис.2. Динамика численности трихом *Limnospira fusiformis* оз. Солёного (2022-2025 гг.)

Поздней осенью трихомы *L. fusiformis* оседают на дно, многие трихомы разделяются на гормогонии (Приложение, рис.2D и E), из которых весной развиваются новые трихомы.

Наш микроскопический анализ показал, что окраска воды в оранжево-жёлтый оттенок (Приложение, рис.3A и B) обусловлен массовым развитием самок коловраток *Brachionus plicatilis*, откладывающих покоящиеся яйца, из которых весной развивались молодые самки (Приложение, рис.3C и D, E, F). Количество подсчитанных самок с яйцами на станциях отбора проб отражено на рис. 3. Среднее количество самок: 31111 шт/мл.

Наиболее интенсивное скопление коловраток мы наблюдали в осенний период (Приложение, рис.3A), хотя и в мае был один оранжевый участок озера, где обнаружены коловратки с яйцами (Приложение, рис.3B).

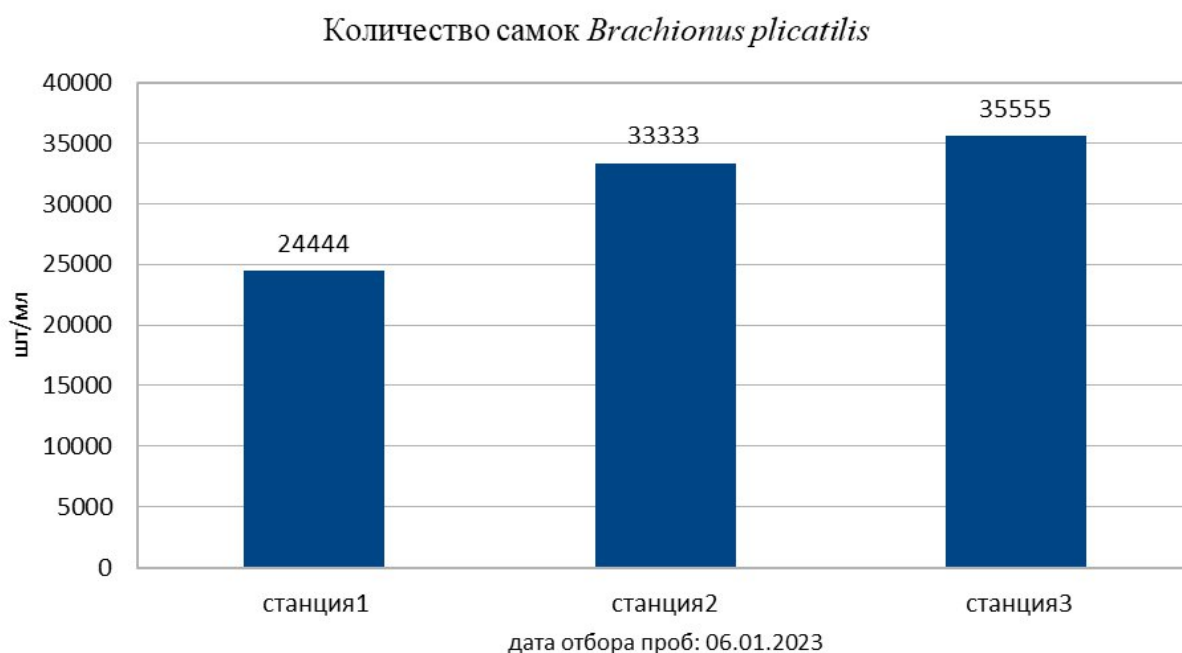


Рис. 3. Количество самок *Brachionus plicatilis* на станциях отбора проб.

Как показал наш микроскопический анализ бентоса с розовой окраской, этот цвет поверхности дна (Приложение, рис.4A) обусловлен массовым развитием пурпурных серных бактерий (Приложение, рис.4C и D, E, F). Преобладают бактерии *Chromatium sp.* и *Thiospirillum jenense* (Приложение, рис.4E и F). Среднее количество пурпурных серных бактерий (ПСБ) –  $15,6 \times 10^6$  шт/мл. Розовая прослойка на дне озера отделяет аэробную зону, где есть кислород, необходимый для дыхания водных организмов, от анаэробной. ПСБ живут в водоёмах на границе аэробно-анаэробных зон, где сохраняется достаточная освещенность для поддержания фотосинтеза в дневное время и

мало кислорода. Было доказано выделение ими в качестве побочного продукта фотосинтеза не кислорода, а серы [Хасимов и др., 2021].

Используя сероводород, пурпурные серные бактерии препятствуют его распространению вверх. Большая концентрация сероводорода в озере связана с деятельностью анаэробных сульфовосстанавливающих бактерий [Лечебные озера., 2012]. Также в придонных слоях максимальна концентрация сероводорода за счет деятельности сульфатредуцирующих бактерий. Сероводород в анаэробных условиях способен поглощаться лимноспирой [Асонов, 1997] путем осуществления бескислородного (аноксигенного) фотосинтеза по схеме:  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow \langle \text{CH}_2\text{O} \rangle + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ .

Пурпурные серные бактерии относятся к порядку *Chromatiales* (класс гаммапротеобактерий), два из четырех семейств которого являются фототрофными: *Chromatiaceae* и *Ectothiorhodospiraceae*. ПСБ являются фототрофными бактериями, осуществляющими бактериальный тип фотосинтеза, т.е. в отличие от высших растений и водорослей они не используют воду в качестве восстановителя и не образуют  $\text{O}_2$  [Хасимов и др., 2021].

Окраска бактерий по Граму выявила, что пурпурные серные бактерии являются грамотрицательными бактериями.

Желтоватые участки поверхности дна озера обусловлены массовым развитием фитофлагеллят из отдела Cryptophyta – криптомонады *Cryptomonas sp.* (Приложение, рис.5А и В, С). Численность криптомонад достигала 1 млн кл./л. Как правило, криптомонады являются обитателями загрязнённых мезосапробных вод. Кроме криптомонад, в этих пробах обнаружено много спирихет.

Впервые в озере обнаружена *Eutreptia globulifera* (Приложение, рис. 5D). Численность *E. globulifera* на станции 2 составила 883333 кл./мл. *Eutreptiaceae* (отдел *Euglenophyta*), исследованы очень слабо, в мировой флоре известно всего 4 рода и около 20 видов. *E. globulifera* встречается в малых мезотрофных водоёмах, в солоноватых озёрах.

Кроме вышеперечисленных микроорганизмов, в озере обнаружены различные амёбы, инфузории и др. (Приложение, рис.5Е и F).

Отдельные видеофильмы о микроорганизмах озера Солёное размещены по ссылке: <https://vkvideo.ru/@id21208709>

## Выводы

Исследования озера Солёное в 2022-2025 гг. показали, что зелёная окраска воды озера Солёное обусловлена массовым развитием цианопрокариот *Limnospira fusiformis*, что вызывает «цветение» воды. Оранжевая окраска участков поверхности воды озера Солёное обусловлена осенним и весенним массовым развитием самок солоноводных коловраток *Brachionus plicatilis*,

откладывающих покоящиеся яйца, из которых развиваются молодые самки. Розоватая окраска некоторых участков поверхности дна озера Солёное обусловлена массовым развитием пурпурных серных бактерий *Thiospirillum jenense* и *Chromatium sp.* Желтоватая окраска некоторых участков поверхности дна озера Солёное обусловлена массовым развитием криптомонад *Cryptomonas sp.*, которые являются обычными обитателями загрязнённых вод, что сигнализирует об ухудшении экологического состояния водоёма. Качество воды соответствует классу «загрязнённые воды».

Впервые в озере обнаружена эвглена *Eutreptia globulifera*.

### Библиографический список

1. Алекин, О.А. Общая гидрохимия / О.А. Алекин.– Л.: Гидрометеиздат. – 1970. – 443 с.
2. Асонов Н. Р. Микробиология. М.: Колос, 1997. 352с.
3. Баженова, О.П. Фитопланктон озера Соленого (г. Омск) как перспективный источник биоресурсов [Текст] / О.П. Баженова, О.А. Коновалова // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 3. – С. 375–382.
4. Баженова, О.П. Современное экологическое состояние озера Соленого (г. Омск) / О.П. Баженова, П.А. Гених, М.А. Костенко // Экологические чтения – 2022 [Электронный ресурс]: матер. XIII Национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), Омск, 9 июня 2022 г. / Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2022. – С. 36–42. – Режим доступа: <https://e-journal.omgau.ru/images/conf/eko150722/sbornikeko150722.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения 25.05.2023).
5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов, 2022.
6. ГН 2.1.5.2280-07 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Юрист компании. 2022.
7. Лечебные озера Омского Прииртышья / М. А. Чернакова, О. П. Чернакова, Е. С. Губарева, В. В. Солоненко, Т. М. Лютикова // Мат-лы IX науч.-практ. конф. им. Л. П. Мишиной среди студентов средних профессиональных заведений Омской области (Омск, 1–12 марта 2012 г.) / под ред. М. Г. Абросимова. Омск: БОУД ПО ИРОСС, 2012. С. 210–213.
8. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения

- // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов, 2024.
9. СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод // ИнфоГост, 2022.
  10. Сафонова Т. А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири. Новосибирск: Наука; 1987. 192 с.
  11. Связь водородного и серного метаболизма у пурпурных серных бактерий / М. Х. Хасимов, Т. В. Лауринавичене, Е. П. Петушкова, А. А. Цыганков // МИКРОБИОЛОГИЯ, 2021, том 90, № 5, с. 515–530
  12. Стецев И. В. Прошлое и настоящее озера Карьер – гидрологического памятника природы // Природа и природопользование на рубеже XXI века: мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. Омск: ОмГПУ, 19996. С. 124–125.
  13. Фитопланктон Омского Прииртышья: монография / Баженова О. П. и др.; общ. ред. Баженова О. П. Омск, 2019. 320 с.: ил.
  14. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: МГУ, 1979. – 168 с
  15. Экологическое состояние и биоресурсы озера Солёного (г. Омск): монография / О. П. Баженова, О. А. Коновалова, В. В. Михайлов, Т. В. Бойко; под общей редакцией О. П. Баженовой. – Омск: Омский ГАУ, 2023. – 108 с.: ил. – ISBN 978- 5-907687-01-1. – Текст: непосредственный
  16. Guiry, M.D. AlgaeBase / M.D. Guiry, G.M. Guiry // World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – (<http://www.algaebase.org>).
  17. Imhoff J.F. The Family Chromatiaceae. // The Prokaryotes – Gammaproteobacteria. E. Rosenberg et al. (eds.) Springer, 2014. P. 151-178.
  18. Komárek J. Cyanoprokaryota. 3 Teil: Heterocytous Genera // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2013. Bd. 19/3. 1130 p.
  19. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1 Teil: Chroococcales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1998. Bd. 19/1. 523 p.
  20. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 2 Teil: Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. – München: Elsevier GmbH, 2005. Bd. 19/2. 759 p.
  21. Матвієнко О. М., Литвиненко Р. М. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Пірофітові водорості – Руггорфута. Вип. III. Ч. 2. Київ : Наукова думка, 1977. 386 с.
  22. Overmann J., Garcia-Pichel F. The phototrophic way of life // The Prokaryotes. Springer Berlin Heidelberg, 2013. С. 203-257.

23. Starmach K. Cryptophyceae – Kryptofity, Dinophyceae – Dinofity, Raphidophyceae – Rafidofity // Flora Śłodkowodna Polski. Warszawa; Kraków : PWN, 1974. Vol. 4. 520 p.
24. Starmach K. Euglenophyta – Eugleniny // Flora Śłodkowodna Polski. Warszawa; Krakow: PWN, 1983. Vol. 3. 595 p.
25. Wołowski K., Hindák F. Atlas of Euglenophytes. Cracow: VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, 2005. 136 p.



Рис.1. Озеро Солёное, этапы исследований: (А) озеро Солёное, 13.09.2024 г.; (В) участок озера Солёное с разной окраской воды и поверхности дна, 18.10.2023 г.; (С) авторы во время сбора проб при помощи планктонной сети Апштейна, 22.09.2022 г.; (D) пробы планктона с разных станций; (E) микроскопический анализ проб в лаборатории «Микрокосмос»; (F) окраска анаэробных бактерий и изготовление постоянных препаратов.

Автор фото А, D – Сальников Д.В.

Автор фото В, С, E, F – Михальцов А.И.

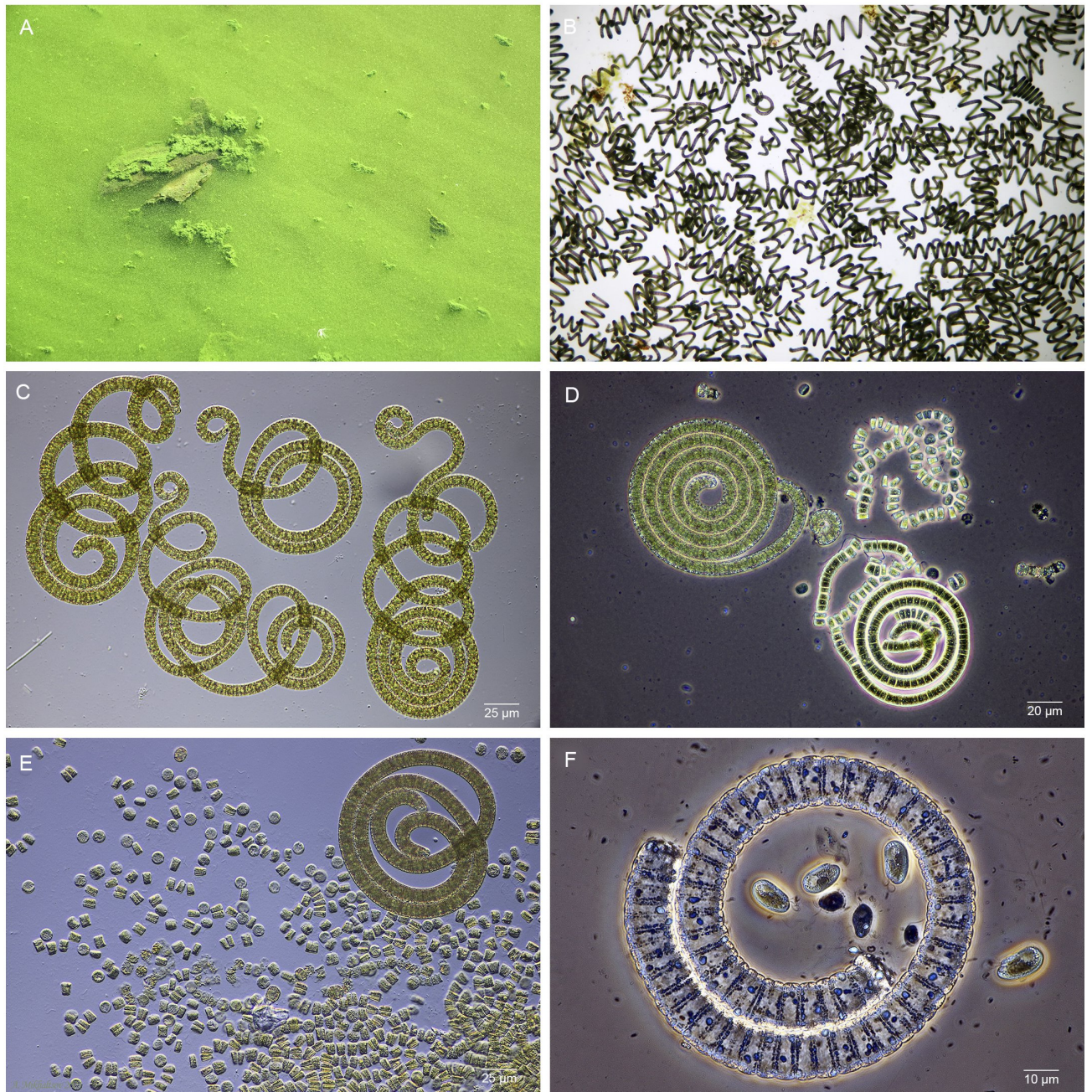


Рис.2. Цианопрокариоты *Limnospira fusiformis*: (A) участок озера Солёное, 06.10.2023 г.; (B) трихомы *L. fusiformis*, светлопольное освещение; (C) трихомы *L. fusiformis* после нескольких минут содержания под покровным стеклом, метод исследования: дифференциально-интерференционный контраст; (D) трихомы *L. fusiformis* во время образования гормогониев, метод исследования: переменный фазовый контраст; (E) поздней осенью трихомы *L. fusiformis* распадаются на отдельные клетки – гормогонии, метод исследования: дифференциально-интерференционный контраст; (F) фрагмент трихомы *L. fusiformis* при большом увеличении, метод исследования: переменный фазовый контраст.  
Автор фото А, В, С, Е – Сальников Д.В.  
Автор фото D, F – Михальцов А.И.

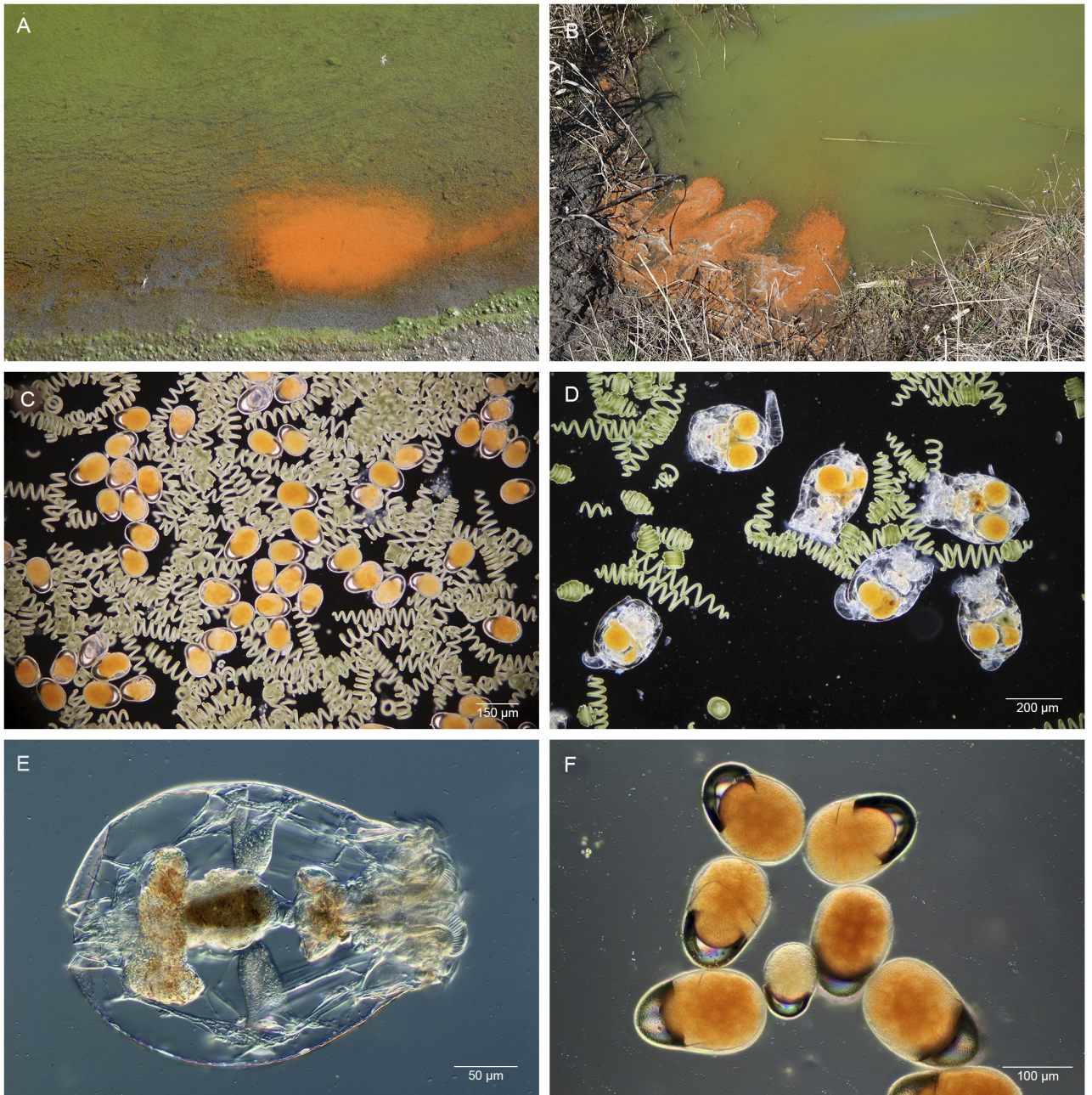


Рис.3. Коловратки *Brachionus plicatilis*: (А) участок озера Солёное с оранжевой окраской поверхности, 06.10.2023 г.; (В) участок озера Солёное с оранжевой окраской поверхности, 08.05.2024 г.; (С) яйца коловраток *B. plicatilis* среди трихом *L. fusiformis*, метод исследования: темнопольное освещение; (D) коловратки *B. plicatilis* среди трихом *L. fusiformis*, метод исследования: темнопольное освещение; (E) коловратка *B. plicatilis* без яиц, метод исследования: дифференциально-интерференционный контраст; (F) яйца коловраток *B. plicatilis*, метод исследования: дифференциально-интерференционный контраст.

Автор фото E, F, C, D – Сальников Д.В.

Автор фото A, B – Михальцов А.И.

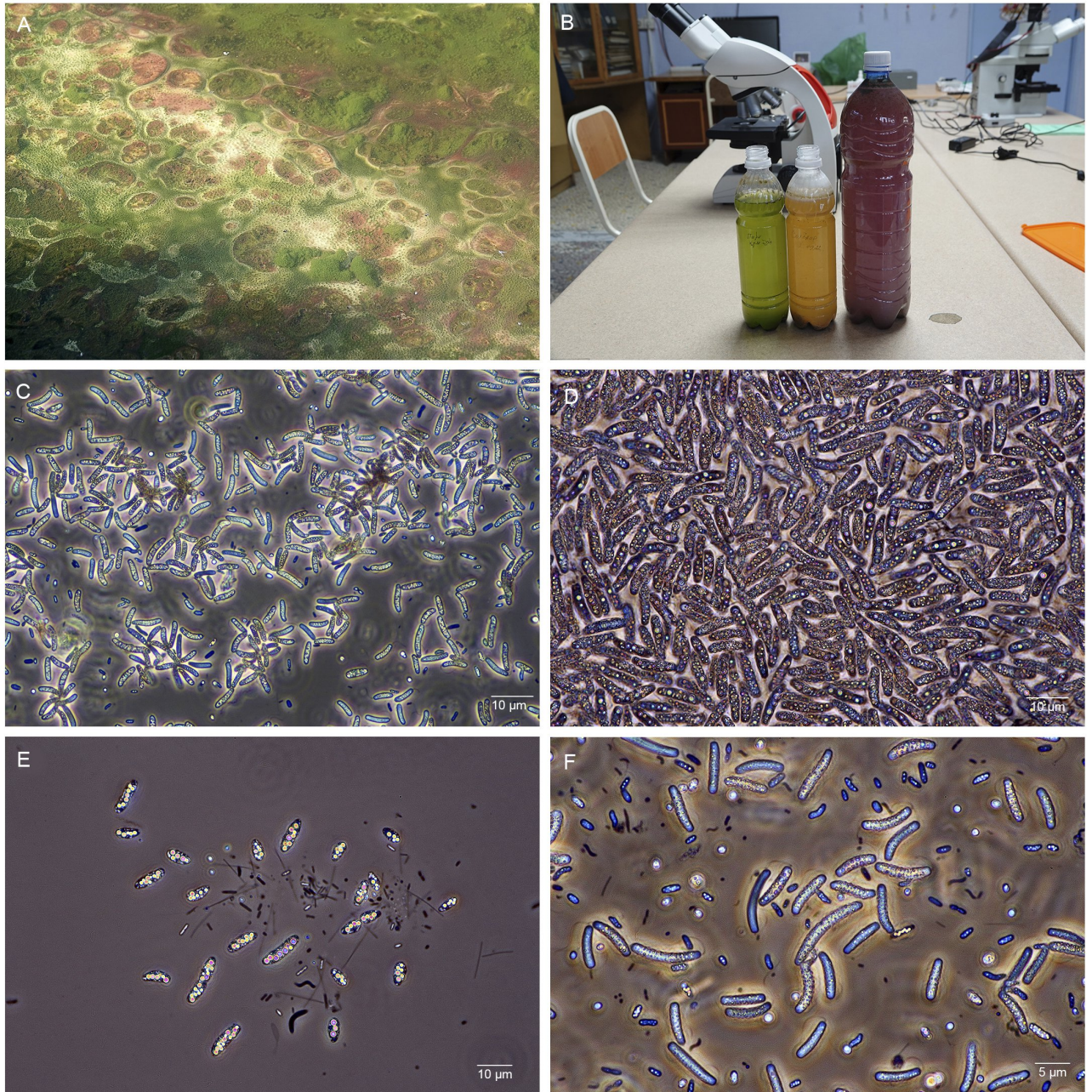


Рис.4. Пурпурные серные бактерии: (А) участок поверхности дна озера Солёное, 18.10.2023 г.; (В) некоторые пробы бентоса из озера Солёное; (С) пурпурные серные бактерии, метод исследования: переменный фазовый контраст; (D) пурпурные серные бактерии, метод исследования: переменный фазовый контраст; (Е) пурпурные серные бактерии *Chromatium sp.*, метод исследования: переменный фазовый контраст; (F) пурпурные серные бактерии *Thiospirillum jenense*, метод исследования: переменный фазовый контраст. Автор фото В, С, Е – Сальников Д.В. Автор фото А, D, F – Михальцов А.И.

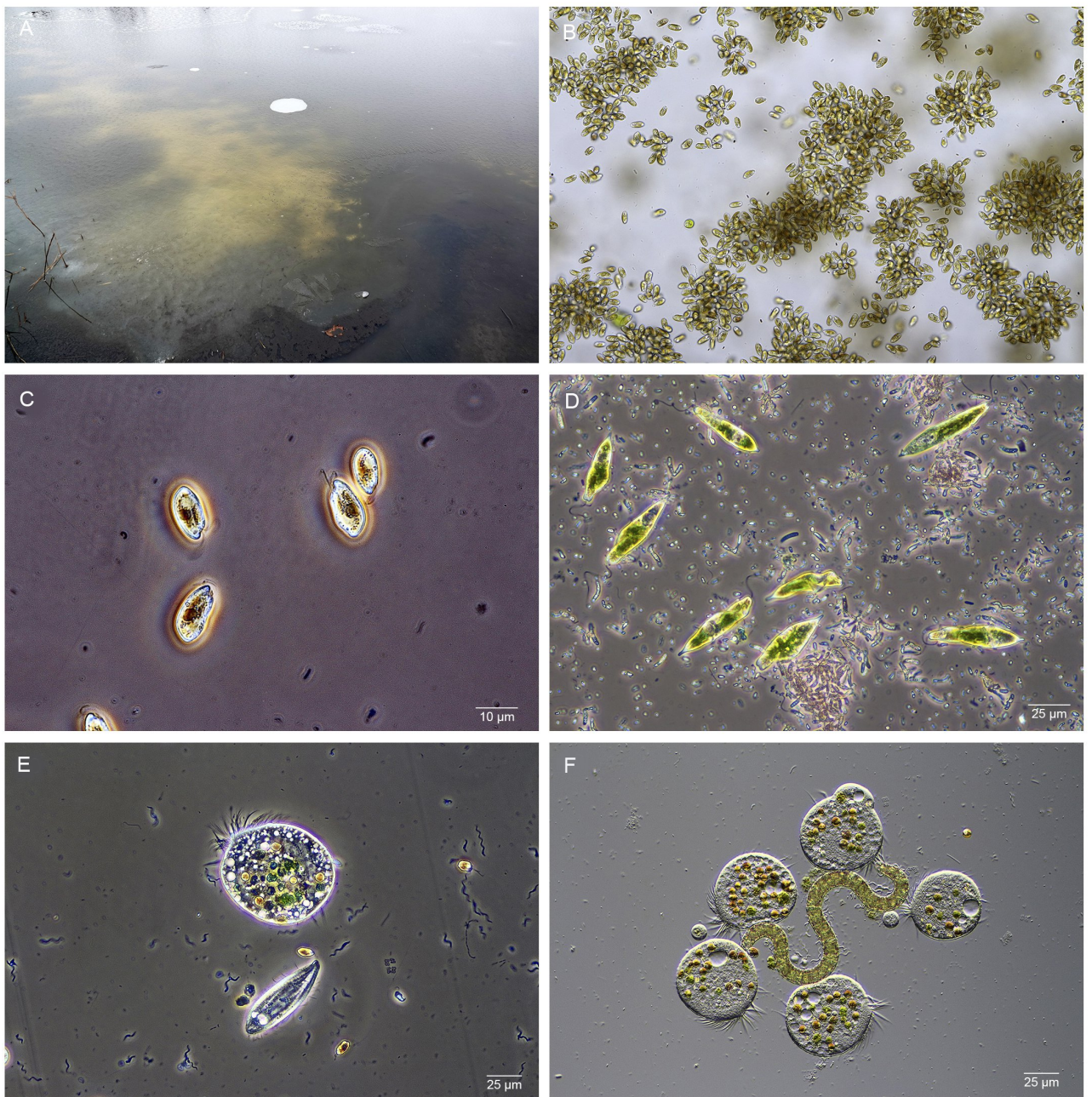


Рис.5. Другие микроорганизмы озера Солёное: (А) участок поверхности дна озера Солёное, 13.11.2023 г.; (В) криптонады *Cryptomonas sp.*, метод исследования: светлопольное освещение; (С) криптонады *Cryptomonas sp.*, метод исследования: переменный фазовый контраст; (D) *Eutreptia globulifera* и пурпурные серные бактерии, метод исследования: переменный фазовый контраст; (Е) инфузории и анаэробные бактерии, метод исследования: переменный фазовый контраст; (F) инфузории и трихома *Limnospira fusiformis*, метод исследования: дифференциально-интерференционный контраст. Автор фото В, С, D, Е – Сальников Д.В. Автор фото А, F – Михальцов А.И.